

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-351843

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

G01B 11/00

G01C 3/06

G03B 35/00

G06T 15/00

(21)Application number : 10-197916

(71)Applicant : SUZUKI TAKEOMI

(22)Date of filing : 10.06.1998

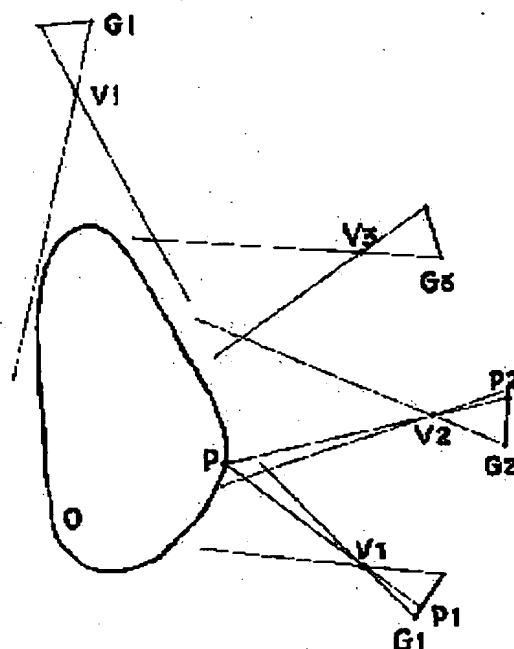
(72)Inventor : SUZUKI TAKEOMI

(54) APPARATUS AND METHOD OF GENERATING THREE-DIMENSIONAL PICTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To construct three dimensional picture data of an object, using a plurality of recorded pictures by a digital camera, etc., to compose pictures as seen from arbitrary points of view and direction other than at recording.

SOLUTION: From a plurality of recorded pictures composed of digitized pixels seen from a plurality of points of view 1, 2,..., i, the position information of an object shown by these pixels is obtd. to construct three dimensional picture data. A plurality of pictures G1, G2,..., Gi composed of pixels holder color data are generated by recording an object from desired no. of points of view V1, V2,..., Vi wherein the view point position and azimuth of records are selected so that the part of the object to be represented as a composite picture is included in any one of the pictures and an identical part of the object to be faithfully represented is included in two or more as many as possible pictures among these pictures.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(5)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-351843

(43)公開日 平成11年(1999)12月24日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
G 0 1 B	11/24	G 0 1 B	11/24 K
	11/00		11/00 H
G 0 1 C	3/06	G 0 1 C	3/06 V
G 0 3 B	35/00	G 0 3 B	35/00 Z
G 0 6 T	15/00	G 0 6 F	15/62 3 5 0 V
審査請求 未請求 請求項の数5 書面 (全 7 頁)			

(21)出願番号 特願平10-197916

(22)出願日 平成10年(1998)6月10日

(71)出願人 598093565

鈴木 武臣

東京都練馬区東大泉町6丁目36番3-104号

(72)発明者 鈴木 武臣

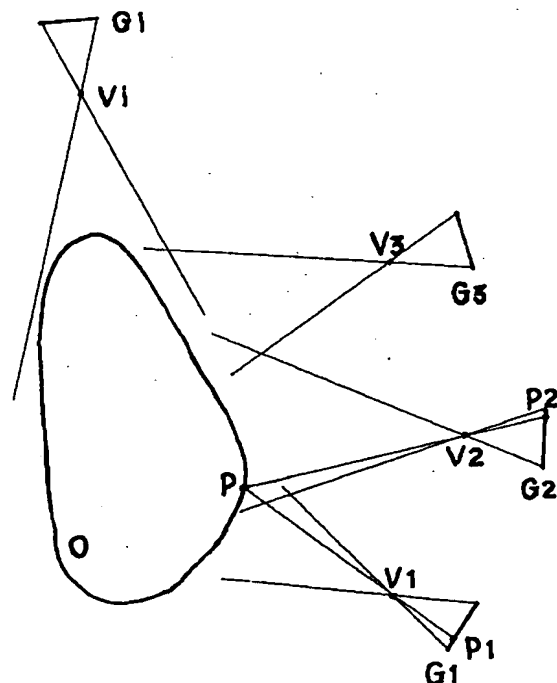
東京都練馬区東大泉町6丁目36番3-104号

(54)【発明の名称】 3次元画像生成の装置および方法

(57)【要約】

〔課題〕 デジタルカメラなどによる複数の記録画像を用いて、対象物体の3次元画像データを構築し、記録時以外の任意の視点及び方向から見た際の画像を合成する

〔解決手段〕 複数の視点(1、2、...、i)から見た、デジタル値化された画素からなる複数の記録画像から、それらの画素が表わす対象物体の位置情報を得る事で、3次元画像データを構築する



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】対象物体の各点のデジタル値化された色情報からなる画素を構成単位とする画像を生成する画像生成手段によって生成された複数の視点ならびに方位における対象物体の複数の記録画像から、対象物体の同一点を記録する複数の画素を計算あるいは目視によって抽出してこれらに対応画素セットとして取得保持し、この対応画素セットを複数取得してこれら対応画素セットを基に、これら記録画像の一部または全部の画素それぞれに対応する上記対象物体の点の 3 次元位置座標に関する情報を取得すると共に、各該画像を記録した際の撮像の視点ならびに方位の座標、あるいは各該画像を記録した際の撮像レンズの結像距離、あるいは該撮像レンズの結像歪みの係数等に関する情報を取得するのを可能とする手段から成る装置およびその情報取得方法。

【請求項 2】対象物体の各点のデジタル値化された色情報からなる画素を構成単位とする画像を生成する画像生成手段によって生成された複数の視点ならびに方位における対象物体の複数の記録画像から、対象物体の同一点を記録する複数の画素を計算あるいは目視によって抽出してこれらに対応画素セットとして取得保持し、この対応画素セットを複数取得してこれら対応画素セットを基に、これら記録画像の一部の画素それぞれに対応する上記対象物体の点の 3 次元位置座標に関する情報を取得し、更に同時に各該画像を記録した際の撮像の視点ならびに方位の座標、あるいは各該画像を記録した際の撮像レンズの結像距離、あるいは該撮像レンズの結像歪みの係数等を取得し、あるいはこれら各該画像を記録した際の撮像の視点ならびに方位の座標、あるいは各該画像を記録した際の撮像レンズの結像距離、あるいは該撮像レンズの結像歪みの係数等の全部又は一部についてはあらかじめ他の測定手段等によって取得し、更に上記対象物体の複数の画像において、対象物体の同一部分を記録する複数の曲線的あるいは直線的画素集団を計算あるいは目視によって抽出してこれらに対応線セットとして取得保持し、この対応線セットを 1 ないし複数個取得してこれらと上記視点ならびに方位の情報とを用いて、各該対応線セットのうちの一つの線の中の任意の画素に対し、これに対象物体の同一点を表わすものとして対応する同じ対応線セットの中の他の線の中の画素を計算によって取得し、これら互いに対応する画素を新たな対応画素セットとして保持し、これらの新たな対応画素セットを各対応線セット毎に必要なかつ可能な数だけ取得保持し、これらの新たな対応画素セットから得られるそれらの画素に対応する対象物体の点の 3 次元位置座標に関する情報と、最初から対応画素セットとして取得保持された画素に係わる対象物体の点の 3 次元位置座標に関する情報とを併せて、より緻密な上記対象物体の 3 次元形状を得る手段を有する装置および上記対応線セット内の画素に対応する対象物体の点の 3 次元位置座標に関する情報

を得る方法。

【請求項 3】請求項 2 にかかわる装置および方法において、上記対応線セットの中、対象物体の輪郭線とそれにおよそ対応する線とからなる対応線セットの全部或いは一部については、請求項 2 の記載にかかわらず、対象物体を近似する面を当該対応線セットの中の対象物体の輪郭線が属する画像の記録の視点から見た時、当該対応線セットの中の該輪郭線におよそ対応する線に対応する対象物体上の線の近傍で、該輪郭線を形成するよう対象物体を近似する面を条件付ける事で、該輪郭線の画素に対応する対象物体の点の 3 次元位置を取得し、かつこの対象物体の点に対応する該輪郭線におよそ対応する線の近傍の画素を得る事により、より一層正確な対象物体の 3 次元形状の情報を得る事の特徴とする装置および方法。

【請求項 4】請求項 1 あるいは請求項 2 あるいは請求項 3 の装置あるいは方法において、上記複数の記録画像をあらかじめ対象物体の形状に応じて複数の領域に分割して、その領域毎に対象物体の形状を曲面（平面を含む）で近似する事とし、その分割の境界線に、該境界線で互いに接する領域の部分に対応する対象物体の部分の間の 3 次元的位置関係を規定する境界条件を付与し、請求項 1 あるいは請求項 2 あるいは請求項 3 の装置あるいは方法によって得られる対象物体の点の 3 次元位置情報と、請求項 3 に係わる時はその輪郭線形成に関する条件と、当該境界条件とを併せて、該領域における近似曲面を最適化するのを特徴とする装置および方法。

【請求項 5】請求項 1 あるいは請求項 2 あるいは請求項 3 あるいは請求項 4 の装置あるいは方法によって得られた情報等を用いて、対象物体を記録した際の視点ならびに方位以外を含めた任意の視点ならびに方位から見た際の該対象物体の画像を合成する手段からなる装置およびその合成方法において、上記情報取得に用いる複数の記録画像をあらかじめ対象物体の形状に応じて複数の領域に分割し、その領域毎に上記情報を用いて対象物体の表面を平面あるいは曲面で近似し、更に上記領域毎に、対応する対象物体上の部分の同じ部分あるいはそれと同じ色を有する部分を有する他の一つあるいは複数の画像の中の領域と互いの画素の色情報を比較する事で、それぞれの領域に属する画素の色を調整して、上記複数の画像の画素情報を複合して用いて一つの画像を合成するのを特徴とする装置およびその合成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】〔発明の属する技術分野〕本発明は、色情報を保持する画素を単位として構成される画像を用いて、対象物体の 3 次元形状と色のデータを構築する手段と方法、ならびにそのデータから任意の視点及び方位から観察した時の対象物体の画像を合成する手段と方法に関する。

【0002】〔従来の技術〕3 次元物体を数値データとして構成しかつそれを表示する効果的な手段として従来

所謂ポリゴン技術が広く使われている。これを用いるには物体を表現するポリゴンの多数の頂点座標を何らかの方法で取得せねばならず、それは一般には容易ではないため様々な工夫がされてきた。またこれら頂点の間は単純な平面などで近似されるため、相当多数のポリゴン頂点を生成しない限り、表現される画像は実体とは異なる所が多くなり易い。従って現実の物体の3次元的な様相を忠実に画像として表現するのは容易に一般に行える状況ではない。

【0003】[発明が解決しようとする課題] 本発明は、ディジタルカメラなどにより得られる複数の記録画像を用いて、容易に対象物体の3次元の様子を数値データとして構築し、更にこれより任意の位置から見た対象物体の画像を合成し表示しようとするものである。

【0004】[課題を解決するための手段] 本発明では、まず対象物体を任意の複数の視点(図1の V_1 、 V_2 、 V_3 、...、 V_i)から記録した、色データを保持する画素からなる複数の画像(図1の G_1 、 G_2 、...、 G_i)を生成する。この際、合成画像として表現したい対象物体の部分がいずれかの画像に含まれるよう、記録の視点位置および方位を選び、またこれらの画像の中では3次元形状を忠実に表現しようとする対象物体の同一部分が2以上出来るだけ多数の画像の中に含まれるようにする。

【0005】ここで説明を分かりやすくするため、まず図1において、2つの画像 G_1 および G_2 について説明する。この場合、対象物体 O の一点 p が画像 G_1 の中では画素 p_1 として、画像 G_2 の中では画素 p_2 として記録されているとする。ここでもし記録時のカメラの視点(結像の射影の中心点) V_1 および V_2 の座標、及びカメラの撮像レンズの主軸ならびにこれに直交する画像面内の位置の基準となる互いに直交する2つの基準軸の3方位(以降これをカメラの方位、あるいは記録の方位と言う)の座標が既知であれば、カメラの方位に対しての直線 p_1-V_1 および p_2-V_2 の方位(すなわち V_1-p および V_2-p の方位)は画素 p_1 、 p_2 の画像中における位置座標から定まるので、カメラの結像距離(十分カメラから離れている対象物体に対しては撮像レンズの焦点距離)と画素の大きさが分かれば、図1において三角形 $p-V_1-V_2-p$ についての三角測量の原理から p の3次元位置座標が計算できる。

【0006】ところでこの様に、 p の3つの未知数からなる3次元位置座標を求めるのに利用できる条件は、2次元的な画像中における画素 p_1 、 p_2 の位置座標値各2、合わせて4つの値が満足されるための4条件となる。すなわち未知数の数よりも条件式の数が過剰であるため常に厳密に満たされる訳にはいかない。このため実際には、条件式の誤差が最小になるように、例えば最小二乗法によって、 p の位置座標を定める必要がある。

【0007】この事は同時に、これまで既知であるとし

てきたカメラの視点や方位、更には画像毎のカメラの結像距離、或いは撮像レンズ固有の結像の歪み係数などが未知である場合でも、もし対象物体の同一点を表わすとして画像の間で対応付けられる画素の組み合わせ(以降これを対応画素セットと呼ぶ)が十分に得られれば、 p の位置座標だけでなくこれらの新たな未知数も同時に求められる事を意味する。この事はまた、2つの画像の間で言えるのみではなく、更に多数の画像の間であっても未知数を決めるのに必要以上の独立な条件式の数が得られれば常に出来る事である。

【0008】例えば2つの画像の場合、画像記録時のカメラの視点、方位、結像距離も未知であるとし、必要最小限の独立な対応画素セットを N 組みとすれば、未知数の数は、カメラの視点と方位は相対的なものであるで、一方のカメラの視点を直交座標系の原点とし、そのカメラの方位に座標軸をとれば、もう一方のカメラの視点について3、そのカメラの方位について3、結像距離については各画像に各1、計 $2 \times 1 = 2$ 、対応画素セットに係わる対象物体中の点の位置座標について各3、計 $N \times 3$ 、総計 $3N + 8$ となるのに対し、条件式の数は対応画素セットについて各4、計 $N \times 4$ となるから、 $3N + 8 = 4N$ より、 $N = 8$ となる。独立な対応画素セットが9以上得られて条件式が過剰になった場合には、最小二乗法によって、これら未知数が求められる。すなわち条件式の誤差の2乗をすべての条件式について加えた値が最小になるように上記の未知数を選べばよい。なお、撮像レンズの結像歪みの係数(必要に応じた次数までの複数の係数)なども、十分な数の独立な対応画素セットが得られれば、未知数として同様に求められる。

【0009】かくしてこれら画像の間で対応画素セットとして対応付けをされた画素については、その画素が表わす対象物体の点の3次元的位置が確定する。もし対象物体が滑らかな表面からなると仮定すると、これら位置の確定した点の間の表面を平面あるいは適当な曲面と仮定する事で、位置の確定した点の間にあるまだ位置の知られていない点の3次元的位置も近似的に算定できる。従ってこれら画像のすべての画素について、その画素に係わる対象物体の点の3次元的位置とその色の情報が決定される。

【0010】ところで上記の方法で得られた対象物体の3次元情報がどれだけ現実に近いかは、どれだけ多くの対応画素セットが抽出出来るかに依存する。しかし画像間の画素の対応関係は、単に画像中の特徴的な点を探すだけでは、コンピュータプログラムによって画像を解析して求めるかあるいは目視によって求めるかに係わらず、常に十分に得られる訳ではない。

【0011】本発明では、かかる問題を改善するため、画像中に存在する特徴的な線(直線あるいは曲線)を利用する。これは例えば、人間の着用する衣服にある模様や皺、あるいは箱などの表面の折れ目、照明の具合で生

じる陰影、カメラの視点と対象物体との位置関係から生じる対象物体の輪郭線などとして画像中には多数存在し、かつ対象物体の同じ部分を表わすとして画像間で、例えば目視によって、容易に対応付けられるものが多い（このうち、輪郭線はやや事情が異なるが、これについては後に別に説明する）。

【0012】しかしこれらの線の殆どにおいて、線としては画像間で対応するのは明白であっても、その線のどの部分（画素）が対応する線のどの部分（画素）に対応するかは直ちには判断できない。本発明によると、以下の様にして、線の間の対応関係から、その線に属する画素の間の対応関係を求める事が出来、従ってそれらが新たな対応画素セットとして、3次元的位置を確定する対象物体の点を増やす事に寄与する。

【0013】まず、既に述べた様に、画像中の特徴的な点を調べて対応画素セットを出来るだけ多く抽出し、それら対応画素セットに係わる3次元的位置座標を求めると同時に、これら画像の記録時の視点と方位の座標等を求める。もしあらかじめ何らかの方法で既にその視点方位等が解っている画像では、これを割愛出来る。一旦画像記録の視点方位（その他、結像距離など対象物体の点の位置座標を決めるに必要な数値も含めて）が定まると、図2に示すように、対応関係がある二つの線から画素の対応関係を求める事ができる。

【0014】即ち、図2に示される様に、対応関係がある二つの線、画像G3のs3および画像G4のs4、のうち一方の線s3に含まれる画素をps3、ps3が表わす対象物体の点をpoとして、ps3、画像G3の視点V3、Po、画像G4の視点V4を含む平面Lを考える。この時、poに対応するs4中の画素ps4は当然平面Lに含まれる。もともとpoはps3に対応するのであるからs4とLとの交点にある画素ps4がps3に対応した画素である事がわかる。このような画素の対応関係は原理上当該線のどの画素についても適用できるので、これら線の中から必要なだけ多数の対応画素セットを得る事ができる。

【0015】なを、この様にして対応画素が精度良く定まるには、平面Lと線s3、s4とが十分な角度を持って交わる事が必要である。またs3またはs4が2回以上Lと交差しない事も望ましい。2回以上交差するときは、交差が1回となるよう、線を細かく区切って対応画素を求めるか、あるいは周囲の別の画像情報を使って対応画素を特定する必要が生じる。

【0016】この方法の特徴は、従来の画像間の相関関数の解析から画素に係わる3次元的位置情報を得る場合とは違って、両画像の記録の視点が近接している必要はない。画像の相関法では、視点が離れ過ぎると画像の構図が異なりすぎて有効な相関関数を得難くなるが、ここでは両画像の視点が大きく離れていても差し支えない。

【0017】これら画像の特徴的な線の中、輪郭線はそ

の性質が異なる。輪郭線が表面の折れ目と一致するなど、対象物体の他の構造的な特徴線と一致する場合は上述と同じく扱えるので別として、表面の湾曲とそれを見る視点との位置関係から生じる輪郭線は、これに対応する対象物体の構造上あるいは模様上の線を持たない。従って、このような輪郭線に対応する明確な線を他の画像の中に得るのは困難である。

【0018】しかし画像記録時の視点の位置関係から決まる画像の構図を考慮すると、その輪郭線を形成する対象物体上の点列のおよその位置を他の画像の中に推測するのは十分に出来る事が多い。このような場合、そのおよその位置に人為的に線を設定し、本発明ではこれを該輪郭線におよそ対応する特別の対応線として以下のように利用する、もともとこの様な輪郭線は、対象物体表面を真横から眺めてその面の形状を明確に捕らえたものであるので、これより表面の3次元的位置情報を得ることは大いに有効である。

【0019】この様な輪郭線s5（図3）に対応する特別な対応線s6（図3）は、およその対応関係を示すものであって正確なものではない。そこで、これ以外から得られた対応画素セットだけを用いて対象物体の点の3次元位置情報をまず求める。次にこれら3次元位置の解った点を滑らかに繋ぐ対象物体表面の近似曲面を考え、さらにこの曲面が、当該特別な対応線s6に対応する対象物体上の線so6の近傍（たとえばあらかじめ定められた距離誤差の範囲内）において、該輪郭線s5の属する画像G5（図3）の記録時の視点V5（図3）から見た時、該輪郭線s5を形成する様に曲面を条件付けるのである。

【0020】即ち、図3において、該輪郭線s5に属する画素ps5と視点V5を結ぶ直線と該曲面とが、対応線s6を視点V6に関して該曲面上に投影した線so6の近傍で接する事を曲面に条件付ける。この時の接点po5の位置は、必ずしもso6上には無く、その近傍の既に3次元位置の定まった対象物体の点群を該曲面が通ると言う条件も含めて、上述の諸条件が最も良く適合するように該曲面を最適化する事で、例えばあらかじめ定められた次数の3次元座標変数の多項式で曲面を表現しその各項の係数を最小2乗法によって最適化することで、定められる。このようにして、該輪郭線s5上の画素ps5を随意選択することで、それらに対応するpo5の位置が、対応する対象物体上の点の3次元位置として決定され、またpo5に対応するs6の近傍の画素ps6pがps5に対応する画素として得られる。

【0021】勿論、正確さは劣る事になるが、上述の方法を簡略化して、およその対応関係を意味する線s6を位置の確定的な対応線として、これまでの対応線セットと同じく扱うのも良い。

【0022】以上より、3次元位置座標の解った多数の対象物体の点を得られる。これらの情報は、そのまま3

次元ポリゴンモデルの頂点座標として、従来技術による対象物体のモデル化とその表示に使う事ができる。

【0023】更に一般的に言えば、記録画像をあらかじめ対象物体の形状に応じて複数の領域に分割しておき、これらの3次元位置座標の情報から、各領域毎に、対象物体を平面あるいは曲面として、例えば直交座標系の座標変数の多項式で近似し、その多項式の係数としてこれら情報を保持し、対象物体の表示に用いる事が出来る。この場合、各記録画像毎に3次元モデルが形成出来るが、当然ながら対象物体の全ての側面を一つの画像が記録しているとは限らない。このため、上記画像を記録した時の視点および方位とは異なる所からの対象物体の画像を合成しようとする場合、これら複数の記録画像から、画素の3次元位置情報ばかりでなく、色情報も寄せ集める必要が生じる。

【0024】ところで、各画像では、その記録時の条件が異なる為、対象物体の同一点であっても互いに異なった色情報で記録されるのが普通である。その為、上記の画像合成に際して、色情報の調整が望ましい。その方法として、本発明では、上述の画像の分割領域毎に、それに対応する対象物体の部分の同じ部分あるいはそれと同じ色を有する部分を有する他の画像の分割領域との間でそれぞれの画素の色を比較し、それらが同じ色に表示されるよう、調整する。その為に、まず互いに色を調整する複数の領域を選び出し、その各領域から色を合わせるべき画素あるいは画素群を選定する。つぎにこれらの画素の色情報から、平均操作などにより、基準とする色を決定し、これに合わせて各領域の例えばRGB値の調整係数を算出する。そして各領域の画素をこの係数で補正する。補正された色情報は各画素の新たな色情報として、補正された画像などの形でこれを保持して画像合成に利用しても良いし、あるいは、調整係数の形で保持して画像合成時に色を補正しても良い。

【0025】〔発明の実施の形態〕画像生成手段としては、半導体撮像素子を用いたデジタルカメラを使用するのが最も直接的かつ容易である。その画像出力は既に画素単位にデジタル化された色情報になっているので、これをコンピュータに入力し、上述の処理をコンピュータプログラムで実行する。実際の処理の過程には様々な変形が考えられるが、以下にその一例を述べる。

【0026】まず、入力された画像各々について、対象物体を面（一般には曲面）で近似するのに備えて、画像中の物体を構成する面毎に適宜境界線を設定することで、画像を領域に分割する。これは、コンピュータの表示装置に該画像を表示し、境界線の主要点をポインティングデバイスで指定する事でおこなわれる。その際、境界線にはそれに隣接する面（あるいは領域）が互いにどのような位置関係にあるのか（連続しているのか、あるいは一方の面が他方を隠しているのかなど）の情報を保持させる。

【0027】つぎに、画像の間を比較して、対象物体の特徴的な同一点が2つ以上の画像に記録されているのを目視によって探し、それらの点をポインティングデバイスで指定する事で、それらの画素座標を対応画素セットとしてテーブルに保持する。もし対象物体の同一点が3つ以上の画素に対応する時は、2つの画素ずつ、一部の画素を重複させて、対応画素セットとして保持するとよい。画像間の相関関数を用いた解析などによってこの作業を自動的に行ってもよい。

【0028】つぎに、画像の間を比較して、対象物体の特徴的な同一線が2つ以上の画像に記録されているのを目視によって探し、それらの主要点をポインティングデバイスで指定する事で、それらの画素座標を対応線セットとしてテーブルに保持する。もし対象物体の同一線が3つ以上の画像の線に対応する時は、2つの線ずつ、一部の線を重複させて、対応線セットとして保持するとよい。画像中のコントラストの解析や画像間の相関関数の計算などによってこの作業を自動的に行ってもよい。この際、対応線セットが、上述の輪郭線に係わる特別のものであるときはその線を識別出来るよう、情報を付加する。

【0029】つぎに、上で得られた対応画素セットを用いて、その画素に係わる対象物体の点の3次元位置座標と、これら画像を記録した時のカメラの位置と方位の座標、結像距離などを、既に述べた方法によって求める（これらの値の中、既知のものがあれば、あらかじめそれを入力しておく）。

【0030】つぎに、上で得られたカメラの位置と方位の座標、結像距離などをもちいて、輪郭線に係わる特別の対応線セットを除く対応線セットから、既に述べた方法によって、新たな対応画素セットを生成し、それに係わる対象物体の点の3次元位置座標をもとめる。

【0031】つぎに、輪郭線に係わる特別の対応線セットに属する画素の3次元位置座標を、既に述べた様に、これまでに得られた位置の知られた対象物体の点の間を曲面で近似する方法で求める。この曲面は、この例では、分割された画像の領域毎に生成される。

【0032】ここで、分割領域毎に生成される曲面は、その領域に属する上記対応点セットと対応線セットとのみから決定される場合だけとしない。各領域はその境界線で他の領域と接しているので、隣の領域の曲面との3次元的位置関係（互いの隠蔽関係や互いの連続関係）を考慮する。すなわち、当該曲面はその領域に属する上記対応点セットと対応線セットから得られる3次元位置情報に加えて、周囲の領域の曲面の状態に左右される境界条件にも合わせて最適化される。この最適化においては、各曲面を直交座標系の座標変数の多項式あるいはその変形で近似する。

【0033】この曲面の最適化は次のように、逐次法によって全ての記録画像の全ての領域の曲面について行わ

れる。まず最初は全ての領域の面を適当な平面として近似式を定める。次に各領域の曲面一つずつについて、上述の最適化を行う。全ての領域についてこの最適化が一巡すると、各曲面にはそれまでに得られたそれぞれの近似式を用いて、また最初から各領域の曲面一つずつについて、上述の最適化を繰り返す。そしてこの最適化の繰り返しを、あらかじめ決められた誤差範囲に全ての曲面の最適化がおさまるまで行う。なお、これらの一部の曲面について平面に限定して近似し計算の簡素化を行う事もできる。

【0034】こうして、対象物体の多数の点の3次元位置情報が得られると同時に、各記録画像毎に曲面で近似された3次元モデルが生成される。既に述べたように、この結果をそのまま従来の3次元ポリゴンモデルの頂点データとして用いる事ができる。その場合、対応点セットと対応線セットから得られる対象物体の点の3次元位置情報に加えて、曲面近似からこれらの点の間の点の3次元位置情報も加えて、より一層の緻密なデータとすることも出来る。

【0035】ここでは、生成された曲面モデルを直接使って、簡単に3次元画像を合成する。それにはコンピュータと以下の処理を行うコンピュータプログラム、および結果を表示するための表示装置を用いる。すなわち、生成された記録画像毎の3次元モデルのうち適当な一つを選んで、これより、任意の視点と方位における対象物体の画像を光線追跡により合成する。これは、合成画像の各画素を、それに対応する光線を視点より発して、当該モデルの中から得る事により行われる。もしそれに失敗した場合は、順次別の記録画像の3次元モデルの中を、画素が見つかるか或いは全ての3次元モデルを調べ尽くすかまで行う。画素の色情報については、既に述べたように、各領域毎に即ち各曲面毎に調整する。かくして得られた合成画を表示装置に表示する。

【0036】

【発明の効果】本発明によると、デジタルカメラなどによる複数の記録画像から、極めて多数の対象物体の3次元位置情報を取得する事が可能となり、物体の緻密な3次元モデルを生成でき、これより、任意の視点および方位における画像を合成できる。この方法は記録画像に含まれるすべての対象物体に等しく適応出来るので、比

較的少数の画像を記録するだけで広い範囲に渡る物体ないし風景の3次元モデルを一括して生成することも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】対象物体とその複数の記録画像を生成する際の視点と方位等の関係を示す図である。

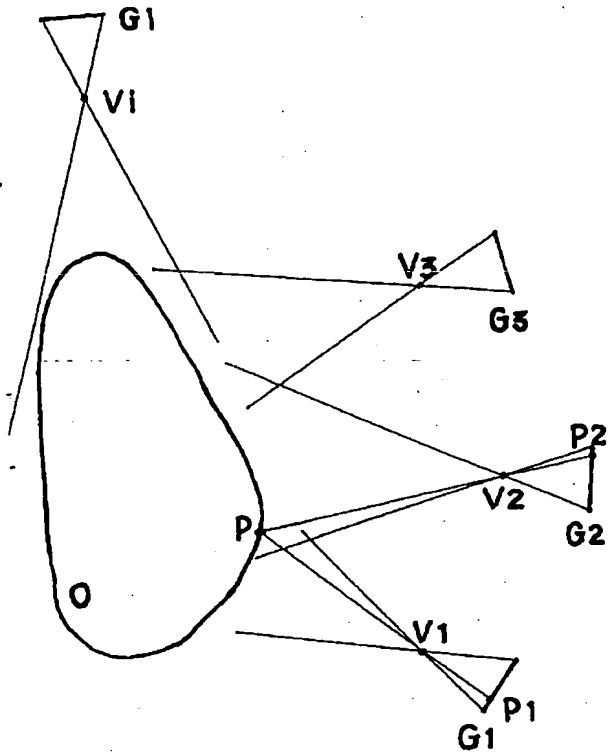
【図2】対象物体上の1つの特徴線とこれの画像における対応線セット、およびそれらに含まれる画素の対応関係を説明する図である。

【図3】対象物体の輪郭線から生成される特別な対応線セットにおいて画素の対応関係を説明する図である。

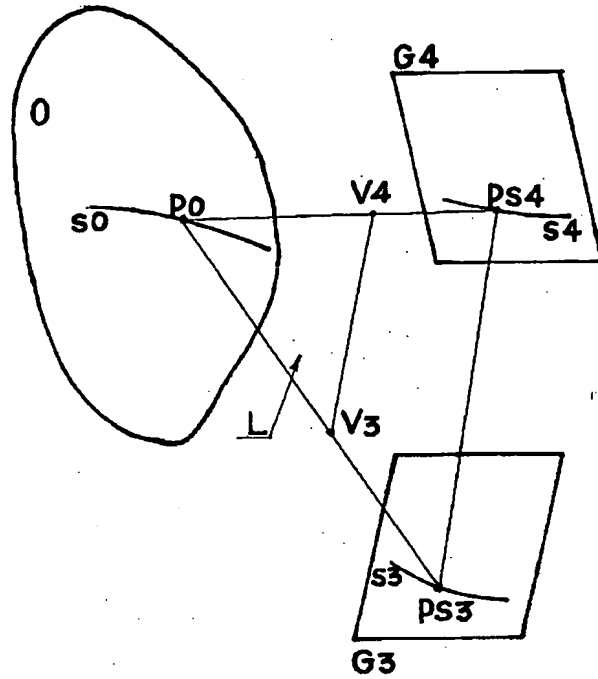
【符号の説明】

- O 対象物体
- O5、O6 対象物体の像
- G1、G2、G3、...、Gi 複数の画像
- V1、V2、V3、...、Vi 複数の画像の記録の視点
- p 対象物体上の点
- p1、p2 pに対応する画像中の画素
- so 対象物体上の特徴線
- s3、s4 soに対応する対応線セットの線
- po soに属する対象物体上の点
- ps3、ps4 poに対応する画像中の画素（対応画素セットの画素）
- L ps3、V3、po、V4を通る平面
- s5、s6 対象物体の輪郭線から生成される特別な対応線セットの線。s5は対象物体の輪郭線、s6はそれにおよそ対応する線
- so6 s6に対応する対象物体上の線
- ps5 s5に属する画素
- po5 ps5、V5を通る直線が対象物体の表面に接する点
- D ps5、V5、V6を通る平面による対象物体の断面
- ps6 ps5、V5、V6を通る平面とs6との交点
- po6 ps6に対応する対象物体上の点
- so6p s5に対応する対象物体上の線
- s6p so6pに対応する画像中の線

【図1】



【図2】



【図3】

